

ポリマー系ナノコンポジットについて

1. はじめに

ポリマー系ナノコンポジットは、微粒子(少なくとも1次元がナノ次元となっているもの)がポリマーマトリクス中に分散しているものです。ナノコンポジット化によって、引張強さ、曲げ強さ、弾性率、熱変形温度などの基本物性の向上や、ガスバリア性、難燃性などの機能的物性の向上が期待できるため、1980年代から多くの分野で研究が進められてきました。また、従来のマクロサイズのフィラーの混合とは異なり、数%程度ナノ粒子を添加するだけで系の物性値が大きく改良されることが知られています。この理由としては、粒子濃度が低くてもその粒子間距離はナノ次元までに短くなり、粒子の全表面積は大きくなるためです(表)。

2. 無機層状化合物を用いたナノコンポジット

ポリマー系ナノコンポジット用の無機材料として、モンモリロナイト(クレイ)、合成マイカなどの層状化合物がよく使用されます。図に層状化合物の一例(合成マイカ)を示します。積層した珪酸塩からなるシート(厚さ1nm程度)の間に陽イオンがはさまれた構造をとります。層間陽イオンは容易にイオン交換するため、層間に有機イオンを取り込み、ポリマーとの親和性を高めることが出来ます。

コンポジットの製法としては、前述のように有機変性した層状化合物の層間にモノマーを挿入し、重合する方法があります。これらの方法では、層間でモノマーが重合したり、層間にポリマーが侵入したりすることにより、層が剥がれ、ナノ次元のシートがポリマー中に分散し、ナノコンポジットが形成されます(層剥離型ナノコンポジット)。この他に、ポリマーと有機変性層状化合物を直接混合する方法があります。これに相当する溶融混練法は工業的には有用ですが、層剥離が難しく、ポリマーの変性、相溶化剤の添加、混練条件の検討などが必要となります。

ナイロン6/クレイ系コンポジットは最も有名なポリマー系ナノコンポジットであり、自動車用部品として工業化されています。優れた機械的特性だけでなく、高いガスバリア性を有し、食品包装用フィルムとしても利用されています。これに対し、汎用性樹脂であり、容器や包装用フィルムとして幅広く利用されているポリオレフィン(ポリプロピレンなど)やポリエチレンテレフタレート(PET)は、ナイロンに比べて極性が低く、ポリマーとの親和性が不十分なため、ナノコンポジット化は難しいのですが、市場価値は高く、工業化が期待されます。

3. 取り組み

当研究所ではこれまで培ってきた熱可塑性樹脂と無機微粒子などを複合化する溶融混練技術を用いて、PETと有機化合成マイカを複合化し、高機能化を目指しています。シート状に成形したサンプルについて、機械的特性、水蒸気透過性や紫外・可視光透過率の評価を行っています。

参考文献

- 1) プラスチックス, Vol.60, No.8 (2009)

表 体積濃度2%の分散系での粒子半径、粒子間距離および粒子の全表面積の関係

分散系の種類	粒子半径 (nm)	粒子間距離 (nm)	粒子の全相対表面積
マクロ分散系	40,000	180,000	1
ミクロ分散系	400	1,800	100
ナノコンポジット	4	18	100,000

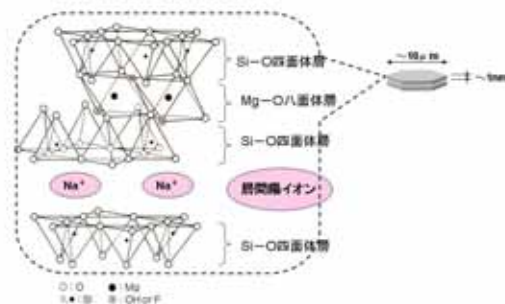


図 合成マイカの構造



工業技術部 材料技術室 門川 泰子 (0566-24-1841)
研究テーマ : 機能を有するフィルム材料の開発
担当分野 : 高分子材料